

Metode pengukuran kekuatan penjangkaran baut batuan dengan cara uji tarik



© BSN 2016

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Istilah dan definisi	1
3 Prinsip.....	1
4 Peralatan	1
5 Prosedur	3
6 Penghitungan.....	4
7 Pelaporan	6
Lampiran.....	8
Bibliografi	9



Prakata

Standar Nasional Indonesia 3614:2016, *Metode pengukuran kekuatan penjangkaran baut batuan dengan cara uji tarik* merupakan revisi dari SNI 13-3614-1994, *Pengukuran kekuatan ikatan baut batuan dengan cara uji tarik*. Revisi ini meliputi perubahan judul dan subtansi untuk memperjelas maksud dan tujuan dalam mengukur kekuatan penjangkaran baut batuan. Perubahan subtansi dari standar ini dengan standar edisi sebelumnya terdapat pada ruang lingkup, istilah dan definisi, prinsip, peralatan, prosedur, penghitungan, dan pelaporan. Perubahan tersebut sesuai dengan kebutuhan dalam kegiatan pertambangan.

Standar ini disusun berdasarkan Pedoman Standardisasi Nasional Nomor 8 Tahun 2007, tentang Penulisan Standar Nasional Indonesia.

Standar ini dirumuskan oleh Komite Teknis 73-02 Teknik Pertambangan Mineral dan Batubara melalui proses perumusan SNI dan terakhir dibahas dalam rapat konsensus pada tanggal 27 Agustus 2015 di Malang yang dihadiri oleh perwakilan dari pemerintah, produsen, konsumen, dan institusi terkait lainnya. Standar ini juga telah melalui tahapan konsensus nasional, yaitu Jajak Pendapat pada periode 5 November 2015 sampai dengan 5 Januari 2016 dan dinyatakan kuorum dan disetujui.



Pendahuluan

Metode ini mengukur kekuatan penjangkaran baut batuan yang dipasang pada suatu kondisi lapangan dengan cara uji tarik.

Kekuatan penjangkaran baut batuan tergantung dari jenis dan karakteristik batuan, jenis dan ukuran baut batuan yang digunakan, serta cara pemasangannya. Kekuatan penjangkaran baut batuan akan menentukan efektivitas sistem penguatan massa batuan di lapangan. Oleh karena itu, metode pengukuran kekuatan penjangkaran baut batuan dengan cara uji tarik perlu distandarkan.



Metode pengukuran kekuatan penjangkaran baut batuan dengan cara uji tarik

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan metode pengukuran kekuatan penjangkaran baut batuan dengan cara uji tarik untuk mengetahui efektifitas dan keamanan dari sistem penguatan massa batuan sesuai perhitungan desain. Standar ini meliputi definisi, prinsip, peralatan, prosedur, penghitungan dan pelaporan.

2 Istilah dan definisi

2.1

baut batuan (*rock bolt*)

sebatang besi baja yang khusus digunakan untuk sistem penguatan massa batuan yang ditempatkan di dalam lubang bor

CATATAN Bagian ujung dari batang ini diikat di dalam lubang bor secara mekanis, atau menggunakan semen atau resin untuk mengikat sebagian atau seluruh batang di dalam lubang bor, sedangkan ujung satunya (sebagai kepala baut batuan berulir yang dilengkapi dengan mur dan pelat penahan besi baja) menempel di permukaan massa batuan.

2.2

kekuatan penjangkaran baut batuan

kemampuan maksimum baut batuan yang dipasang di dalam massa batuan untuk menahan gaya tarik yang dinyatakan dalam kN (kilo Newton)

2.3

uji tarik

pengujian dengan cara menarik baut batuan untuk mengukur kekuatan penjangkaran jangka pendek (*short term strength*) dari baut batuan yang dipasang di dalam massa batuan

3 Prinsip

Kekuatan penjangkaran baut batuan diukur dengan cara uji tarik, dalam hal ini perpindahan kepala baut diukur sebagai fungsi dari beban tarik yang diberikan sehingga dapat dibuat kurva hubungan antara beban tarik dan perpindahan. Puncak kurva yang dihasilkan menunjukkan kekuatan penjangkaran baut batuan.

4 Peralatan

4.1 Peralatan untuk pemasangan baut batuan

Peralatan untuk pemasangan baut batuan yang akan diuji terdiri atas:

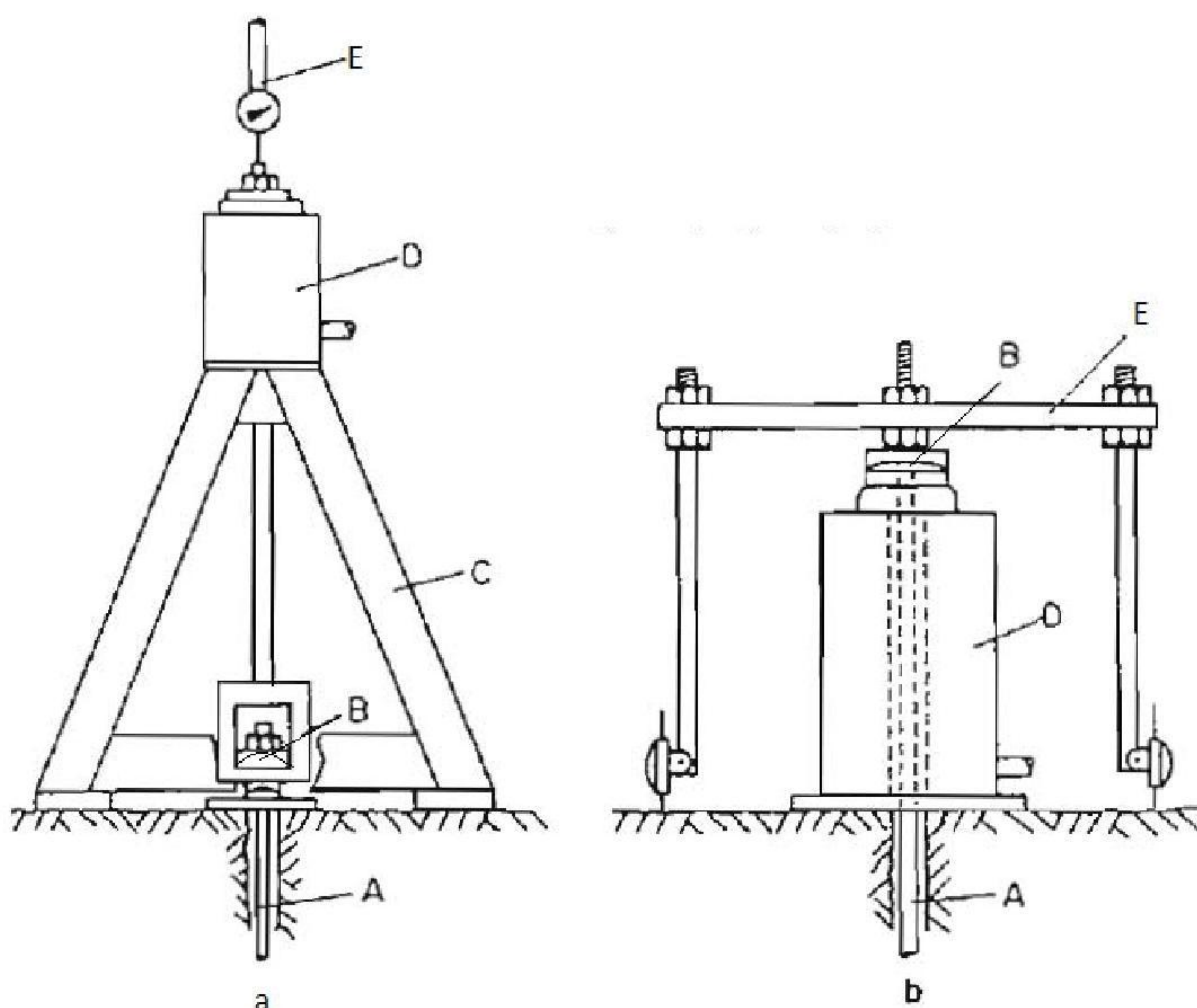
- Unit alat bor untuk pembuatan dan pembersihan lubang bor yang sesuai dengan spesifikasi baut batuan yang akan diuji dan kondisi massa batuan di lapangan.
- Alat untuk memeriksa lubang bor (lampu senter, batang besi/kayu) dan mengukur jangkar dan baut batuan (pita baja, jangka sorong), serta alat untuk mengukur volume atau berat semen (*grout*) atau resin (jika digunakan).

- c. Baut batuan standar beserta perlengkapannya, yang terdiri atas jangkar yang akan diuji, adukan semen atau resin yang akan diinjeksikan, dan peralatan untuk pemasangan baut batuan.

4.2 Peralatan untuk pembebanan baut batuan

Peralatan untuk pembebanan baut batuan dengan rincian sebagai berikut.

- Dongkrak hidrolik dengan pompa hidrolik beserta perlengkapannya dengan kapasitas lebih besar daripada kekuatan penjangkaran baut batuan dan mampu menarik baut batuan sepanjang minimal 50 mm.
- Peralatan untuk memindahkan beban tarik dari dongkrak hidrolik ke baut batuan dengan 2 cara, yaitu seperti pada Gambar 1a (dengan bantuan kerangka dudukan segitiga) atau Gambar 1b (tidak menggunakan kerangka).



Keterangan gambar:

- A: Baut batuan terjangkar
 B: Kopling dan/atau dudukan sferis
 C: Kerangka penahan beban
 D: Dongkrak hidrolik, pompa, dan cakram ukur tekanan
 E: Rangkaian cakram ukur perpindahan

Gambar 1 - Alat uji kekuatan baut batuan

4.3 Peralatan untuk mengukur beban dan perpindahan

Peralatan untuk mengukur beban dan perpindahan dengan rincian sebagai berikut.

- Sebuah pengukur beban yang mempunyai indikator pembacaan beban maksimum, sebagai contoh sel beban (*load cell*) atau cakra ukur tekanan hidrolik yang dihubungkan dengan pompa yang telah dikalibrasi dalam unit beban dengan ketelitian 2% dari beban maksimum yang dapat dicapai dalam pengujian;
- Peralatan untuk mengukur perpindahan aksial kepala baut batuan sepanjang minimal 50 mm dengan ketelitian 0,05 mm.

5 Prosedur

5.1 Persiapan

- Pilih lokasi pengujian yang mewakili kondisi massa batuan di tempat baut batuan akan dipasang.
- Buat beberapa lubang bor yang sesuai dengan spesifikasi baut batuan di tempat yang cocok untuk pengujian, dengan syarat permukaan batuan di sekelilingnya harus kuat dan rata, serta lubang bor tersebut harus tegak lurus terhadap permukaan batuan dengan penyimpangan maksimum 5°.
- Periksa lubang - lubang bor dan material jangkar sebelum dipasang untuk memastikan bahwa telah sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.
- Catat dimensi lubang bor, baut batuan dan jangkarnya, jenis dan kondisi massa batuan di lokasi pengujian pada lembar data pengujian.
- Pasang baut batuan yang akan diuji pada kedudukan yang telah ditetapkan. Catat secara rinci hal - hal yang dianggap perlu, antara lain torsi pemasangan (jika ada), tanggal dan waktu pemasangan.

5.2 Pengujian

- Pasang alat pembebanan. Jaga supaya arah penarikan searah dengan sumbu baut batuan. Tempatkan peralatan dengan kuat di permukaan batuan, dan usahakan tidak ada bagian-bagian yang mengganggu pembebanan atau pengukuran beban selama pengujian berlangsung.
- Beri beban untuk pengencangan awal peralatan tidak lebih dari 5 kN. Pasang dan periksa cakra ukur perpindahan.
- Lakukan uji kekuatan penjangkaran baut batuan dengan cara menambah beban secara bertahap dengan cara pemompaan. Baca dan catat beban dan perpindahan selama pengujian berlangsung untuk setiap penambahan beban kira - kira 5 kN atau setiap terjadi perpindahan sepanjang 5 mm, tergantung mana yang tercapai lebih dulu. Catat waktu yang dibutuhkan sampai terjadi keadaan yang stabil setiap pembacaan.
- Lanjutkan pengujian sampai terjadi perpindahan total melebihi 40 mm atau sampai terjadi keretakan pertama kali pada penjangkaran atau telah mencapai kapasitas desain.

CATATAN 1 Kecepatan pembebanan yang digunakan harus berada pada interval (5-10) kN/menit.

CATATAN 2 Pembacaan hanya dilakukan setelah pembebanan dan perpindahannya stabil.

6 Penghitungan

- Catat perpindahan total yang terjadi selama pengujian. Jika digunakan lebih dari satu cakram ukur perpindahan, hitung nilai rata - rata hasil pengukuran perpindahan tersebut.
- Gambarkan kurva hubungan beban tarik dan perpindahan hasil pengujian sebagaimana terlihat pada Gambar 2.
- Tentukan kekuatan penjangkaran baut batuan yaitu beban maksimum pada kurva yang dicapai dalam pengujian. Jika baut batuan telah mengalami *yield/failed* pada beban tertentu sebesar "X", maka kekuatan penjangkaran baut batuan tidak dapat diketahui namun lebih besar daripada "X".
- Pemanjangan elastis (*elastic elongation*) dari baut batuan pada suatu pembebanan yang diberikan, dihitung sebagai berikut.

Pemanjangan elastis (m) pada pembebanan ΔL adalah

$$\Delta L = \frac{P \times L}{A \times E} \quad (1)$$

Keterangan:

P adalah besar beban tarik (kN)

L adalah panjang baut tertegangan tanpa *grout* + 1/3 panjang *grout* + panjang batang tambahan (jika digunakan) (m)

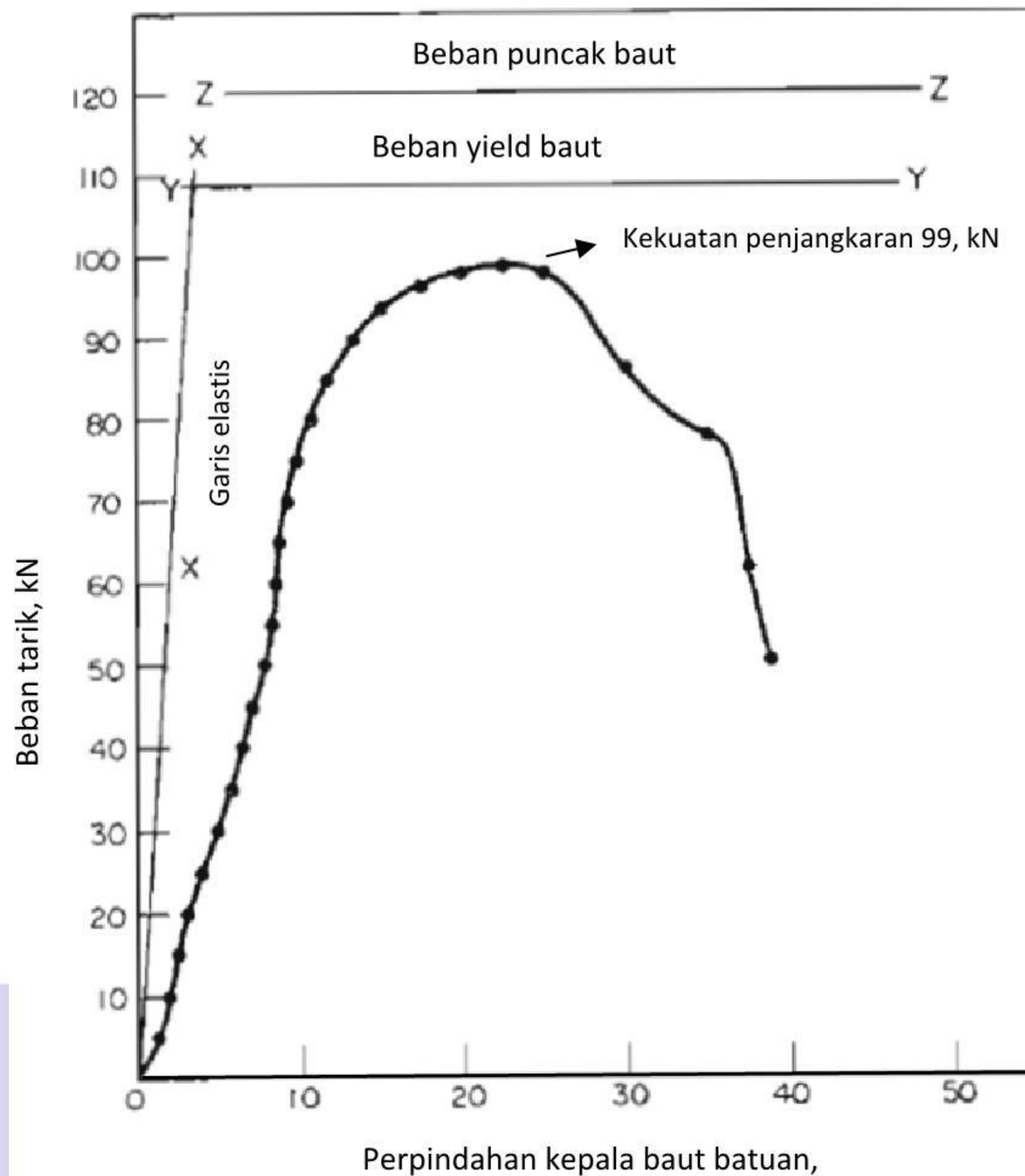
A adalah luas penampang (*cross section*) dari baut batuan (m²)

E adalah modulus elastisitas dari baut batuan (besi baja) (kN/m²)

Garis lurus miring x-x dibuat melalui titik pemanjangan elastis baut batuan dari titik 0 sampai batas pemanjangan elastis dari baut batuan yang dapat dilihat pada sumbu perpindahan kepala baut batuan (Gambar 2).

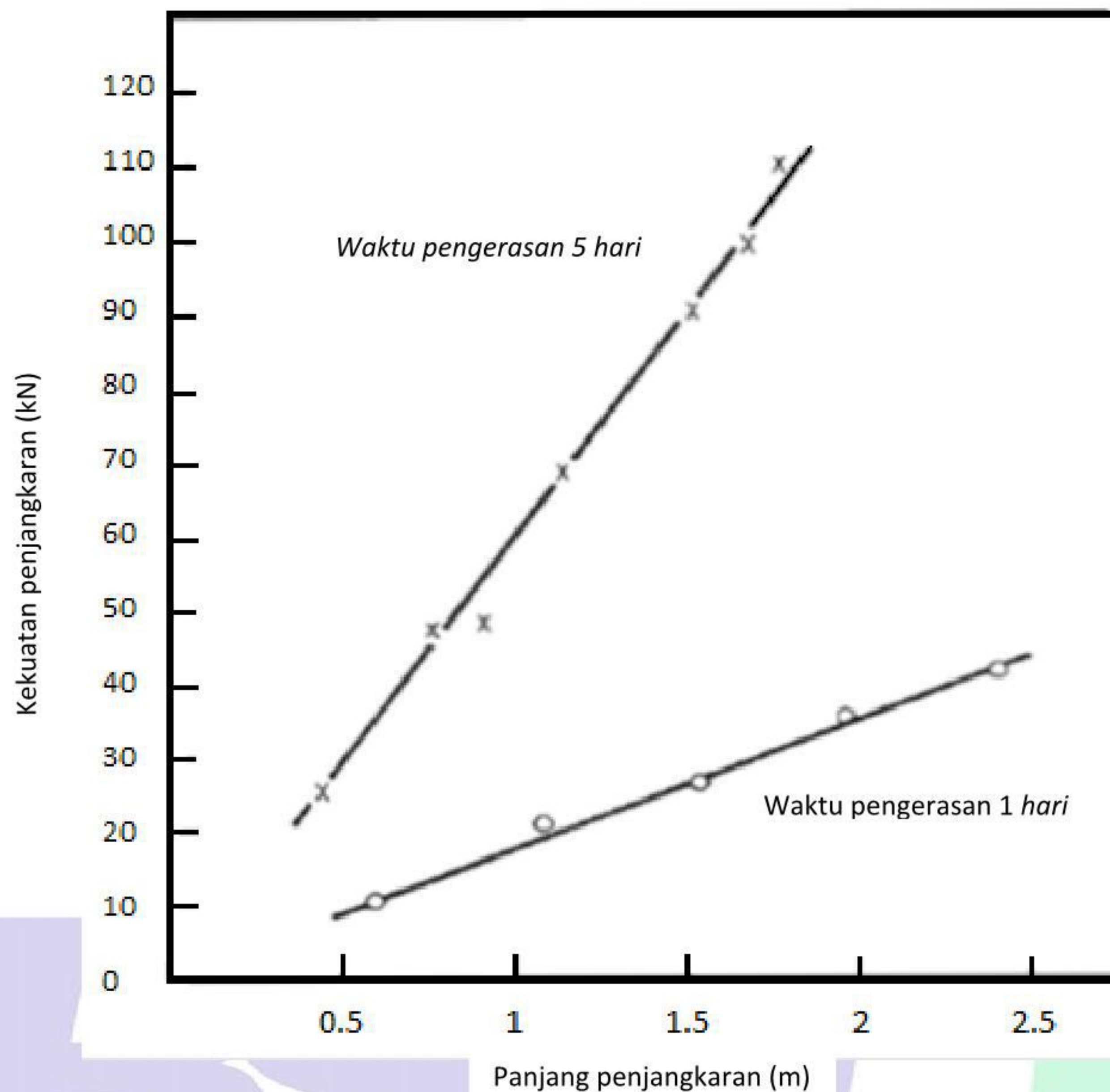
Garis lurus mendatar y-y menunjukkan batas elastis baut batuan dan garis lurus mendatar z-z adalah kuat tarik maksimum baut batuan yang keduanya dapat dilihat pada sumbu beban tarik (Gambar 2).

CATATAN Garis lurus x-x, y-y dan z-z merupakan spesifikasi teknis baut batuan dari produsen baut batuan.



Gambar 2 - Contoh grafik hasil pengujian kekuatan penjangkaran baut batuan

CATATAN Untuk mengevaluasi kekuatan penjangkaran yang menggunakan adukan semen atau resin perekat, hasil beberapa pengujian disajikan dalam bentuk grafik untuk memperlihatkan pengaruh waktu pengerasan (*curing time*) bahan pengikat dan panjang penjangkaran terhadap kekuatan penjangkarannya (Gambar 3).



Gambar 3 – Contoh grafik yang memperlihatkan pengaruh panjang penjangkaran dan waktu pengerasan terhadap kekuatan penjangkaran baut batuan

7 Pelaporan

Laporan hasil uji harus meliputi grafik dan lembar data seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3 serta Tabel 1, yang memuat secara rinci:

- jenis batuan di tempat pengujian dilakukan;
- jenis penjangkaran baut batuan dan perlengkapannya;
- lubang bor; termasuk panjang, diameter, metode pengeboran, kelurusan (*straightness*), kebersihan (*cleanness*) dan kekeringan (*dryness*), serta arahnya;
- waktu pemasangan;
- waktu pengujian; dan
- bentuk pecahan dan pengamatan lain yang berhubungan dengan hasil pengujian.

Tabel 1 – Contoh lembar pencatatan hasil uji kekuatan penjangkaran baut batuan

[illegible]

Di dalam laporan, hasil uji yang dilakukan dapat juga dibandingkan dengan hasil uji yang telah dilakukan secara ekstensif sebelumnya di beberapa tempat lain. Dalam membandingkan perlu dipertimbangkan kekuatan penjangkaran, perpindahan total, dan perpindahan setiap penambahan beban.

Lampiran
(informatif)
Hal-hal yang perlu diperhatikan

1. Uji kekuatan penjangkaran sangat penting dilakukan pada kondisi lapangan yang sebenarnya. Akan tetapi boleh juga dilakukan pada lokasi yang baik dan aman, asalkan kondisi batuan dan metodenya sama serta dilakukan pada skala yang sebenarnya. Jika batuan sekis (*schistose*) maka lubang bor harus dibor tegak lurus dengan skistositas yang diantisipasi untuk pemasangan baut batuan. Apabila kondisi batuan bervariasi, maka harus diklasifikasikan terlebih dahulu dan uji harus dilakukan pada setiap kelas batuan.
2. Uji kekuatan penjangkaran dimaksudkan untuk mengukur kinerja penjangkaran dan hal ini hanya mungkin bila baut, ulir, mur, dan komponen lain lebih kuat daripada penjangkarannya. Dalam hal-hal tertentu diperlukan sekali memperkuat baut atau ulir untuk tujuan evaluasi penjangkaran. Sebaliknya apabila baut batuan lebih lemah dari penjangkarannya maka lebih baik mengganti uji lapangan dengan uji laboratorium dengan pengendalian mutu dari baut batuan dan komponen lainnya. Uji laboratorium ini juga diperlukan sebagai tambahan untuk mengevaluasi komponen-komponen, sebagai contoh ketahanan terhadap korosi, kualitas material dan kekonsistenan ukuran baut batuan.
3. Spesifikasi pabrik untuk dimensi lubang bor dan metode pemasangan harus diperiksa untuk kesesuaian dengan keterbatasan operasional lapangan sebelum uji dilakukan.
4. Beberapa tipe penjangkaran harus ditegangkan selama pemasangannya dan harus diuji dengan menggunakan unit kopling jangkar batang dan rangka batang yang cocok untuk meneruskan beban dari dongkrak hidrolik ke baut batuan (Gambar 1a). Apabila dimungkinkan penjangkaran harus diuji tanpa prategang baut batuan. Pengaturan yang diperlihatkan di Gambar 1b dapat juga untuk menguji penjangkaran - penjangkaran yang dipilih di dalam operasi sistem penyanggaan pada saat sesudah pemasangan dengan ketentuan tidak membahayakan sistem penyanggaan. Persentase dari penegangan awal yang tersisa pada saat pengujian dapat diperkirakan dari beban yang diperlukan untuk melonggarkan pelat penahan besi baja (*faceplate*) dan cincin (*washer*).
5. Dalam hal uji kekuatan penjangkaran pada saat operasi yang dimaksudkan untuk mendapatkan reaksi beban luar (seperti pasangan penjangkaran untuk *crane*, kabel suspensi) peralatan uji harus dirancang sedemikian rupa agar jarak dari peralatan uji diluar pengaruh gaya - gaya reaksi uji (minimum 1 kali panjang baut batuan).
6. Cakra ukur perpindahan harus dipasang secara aman di tempat yang datar dan keras; pelat kaca atau besi bila perlu dapat disemen di permukaan batuan untuk mendapatkan permukaan pengukuran yang halus dan tegak lurus dengan baut batuan. Semua cakra ukur perpindahan harus diperiksa dan dikalibrasi secara teratur untuk menjaga kriteria ketelitian yang dibutuhkan dalam standar ini.

Bibliografi

Suggested Methods for Rockbolt Testing Part 1: Suggested Method for Determining The Strength of a Rockbolt Anchor (Pull Test). International Society for Rock Mechanics.

